

## Cited Reference 2

공개특허 제2001-111027호(2001.12.15.) 1부.

특2001-0111027

(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
H01L 21/205

(11) 공개번호   특2001-0111027  
(43) 공개일자   2001년 12월 15일

(21) 출원번호	10-2001-0031776
(22) 출원일자	2001년 06월 07일
(30) 우선권 주장	2000-173013   2000년 06월 09일   일본 (JP)
(71) 출원인	도시바 세라믹스 가부시카이가사   추후제출 일본 도쿄도 신주쿠구 니시신주쿠 7초메 5반 25고도시바 가카이 가부시카이가사   추후제출
(72) 발명자	일본 도쿄 츄오구 긴자 4 초메 2-11 도바시슈우지 일본 가나가와현 하라츠카시 나데사 고가하라 11-44-201 오하시다다시 일본 야마구치현 구다마츠시 니시토요이 574-4 이와타가츠유키 일본 시즈오카현 하마마츠시 세이덴지 초 264-101 혼다 다카야키 일본 시즈오카현 누마즈시 다카사와 초 1-9-608 아라이히데키 일본 시즈오카현 누마즈시 니시시이지 233-1 스즈키 구니히코 일본 시즈오카현 스도군 나가이즈미 초 나카토가리 926-11
(74) 대리인	김진화, 김승호, 김태홍

심사청구 : 없음

(54) 박막 기상 성장 방법 및 이 방법에 이용되는 박막 기상 성장 장치

### 요약

박막의 전면에 걸쳐 막 두께가 균일하고 또 저항율 등의 전기 특성이 균일한 박막을 형성할 수 있는 개량된 박막 기상 성장 방법 및 그 방법의 실시에 적합한 박막 기상 성장 장치를 제공한다.

성막 반응 가스를 박막 기상 성장 장치의 원통형 반응로의 꼭대기부에 설치된 복수의 가스 공급구(1, 2)로부터 정류판(3)을 통해 흘러내리게 하고, 아래쪽에 배치된 회전식 서셉터(susceptor)(4)에 적재하는 웨이퍼 기판(A)에 상기 성막 반응 가스를 접촉시켜 기판면 상에 박막을 기상 성장시키는 방법에 있어서, 상기 반응로(B)의 꼭대기부 내벽과 정류판(3)에 의해서 형성되는 공간은 상기 웨이퍼 기판(A)의 중심을 대략 중심점으로 한 동심원형으로 복수의 공간으로 구획되고, 상기 각 구획에 대응하여 가스 공급구(1, 2)가 배치되고, 상기 구획 중의 어느 것에 공급되는 성막 반응 가스의 유량 및 온도(8, 9) 중의 적어도 한쪽을 조절 변화시켜 공급하는 것을 특징으로 한다.

### 대표도

#### 도 1

#### 명세서

#### 도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 박막 기상 성장 방법에서 사용하는 박막 기상 성장 장치의 일 실시예를 도시하는 개략 단면도.

도 2는 본 발명의 박막 기상 성장 방법에서 사용하는 박막 기상 성장 장치의 다른 실시 형태를 도시하는 개략 단면도.

도 3은 종래의 웨이퍼형 박막 기상 성장 장치를 도시하는 개략 단면도.

- 도 4는 실시예의 박막의 면내 막 두께 분포 상태를 도시하는 그래프.  
 도 5는 실시예의 박막의 면내 저항을 분포 상태를 도시하는 그래프.  
 도 6은 비교에 1의 박막의 면내 막 두께 분포 상태를 도시하는 그래프.  
 도 7은 비교에 1의 박막의 면내 저항을 분포 상태를 도시하는 그래프.  
 도 8은 비교에 2의 박막의 면내 막 두께 분포 상태를 도시하는 그래프.  
 도 9는 비교에 2의 박막의 면내 저항을 분포 상태를 도시하는 그래프.

#### 발명의 상세한 설명

##### 발명의 목적

##### 발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 박막 기상 성장 방법 및 이 방법에 이용되는 박막 기상 성장 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 막 두께와 저항률의 면내 균일성이 우수한 박막을 실리콘 웨이퍼 등의 웨이퍼 기판 표면 상에 형성하기 위한 박막 기상 성장 방법 및 이 방법에 이용되는 박막 기상 성장 장치에 관한 것이다.

최근, 웨이퍼형 웨이퍼 처리 장치는 배치식 장치에 비해 많은 특성을 갖고 있기 때문에, 반도체 산업 분야에서 그 사용이 넓어지고 있고, 예컨대 대구경(大口徑)의 웨이퍼에 있어서의 면내 특성이 균일한 막의 형성에 고속 회전의 웨이퍼형 박막 기상 성장 장치가 반드시 필요하게 되었다.

종래의 웨이퍼형 박막 기상 성장 장치에 관해서, 도 3에 기초하여 설명한다. 한편 도 3은 웨이퍼형 박막 기상 성장 장치의 개략 단면도이다.

종래의 웨이퍼형 박막 기상 성장 장치는 도면에 도시한 바와 같이, 반응로 상부에 설치된 로 내에 원료 가스나 캐리어 가스를 공급하는 복수의 가스 공급구(1)와, 상기 가스 공급구(1)로부터 공급된 가스의 흐름을 가시력하게 하는 복수의 구멍이 형성된 정류판(3)과, 상기 정류판(3)의 아래쪽에 설치된 웨이퍼 기판(A)을 적재하는 서셉터(susceptor)(4)와, 이 서셉터(4)를 회전시키기 위한 회전축(5)과, 상기 웨이퍼 기판(A)을 가열하는 가열용의 히터(도시하지 않음)와, 반응로 하부(통상 바닥부 근방)에 반응로 내부로부터 미반응 가스를 포함하는 배기 가스를 배출하는 배기구(도시하지 않음)를 구비하고 있다.

이와 같이 웨이퍼형 박막 기상 성장 장치는 크게 나누어 원료 가스 또는 캐리어 가스 등의 성막 반응 가스를 공급하는 가스 공급 계통 및 박막을 성장시키는 반응로 계통으로 구성되어 있다.

상기 장치를 사용하여, 예컨대 실리콘 웨이퍼 등의 웨이퍼 기판 상에 실리콘 박막을 기상 성장시키기 위해서는 우선 가스 공급구로부터 모노실란( $\text{SiH}_4$ )을 대표로 하는 실리콘 성분을 포함하는 원료 가스를 공급하고, 디보란 등의 도우펀트 가스를 수소 등의 캐리어 가스에 희석한 가스로 이루어지는 성막 반응 가스를 공급한다. 이 때, 이 가스의 운동량이나 임력 분포를 균일화하기 위해서 정류판을 통과시키고 나서 가스 흐름을 아래로 흐르게 하고, 웨이퍼 기판에 접촉시켜 박막을 기상 성장시킨다.

이 회전 웨이퍼형 장치를 이용하여 막의 전면에 걸쳐 두께나 전기 특성 등 물성이 균일한 박막을 얻기 위해서는 반응로 내의 가스 유동을 균일화시키는 것이 매우 중요하다.

그러나, 로 내부의 가스 유동을 완전히 균일화시키는 것은 매우 어렵고, 특히 대구경 웨이퍼의 취급이 가능한 대용량의 장치에 있어서의 로 내부의 가스 유동 상태를 완전히 제어하여 가스 유동을 균일화하는 것은 곤란하였다.

그 때문에, 종래의 웨이퍼형 박막 기상 성장 장치에서는 반응로 상부로부터 공급되는 성막 반응 가스의 유속이나 이 가스 중의 원료 가스 밀도가 적재 웨이퍼 기판의 중앙부와 외주부에서 다르고, 또한 가열된 적재 웨이퍼 기판의 면 내부 온도에 5 내지 15°C 정도의 온도 분포가 생긴다.

그리고, 이들에 기인하여 웨이퍼 기판면에 형성된 박막의 막 두께는 도 6에 도시한 바와 같이 웨이퍼 기판의 반면(盤面) 중앙부에서 두껍고, 외주부에서 얇아진다고 하는 문제가 있었다. 혹은, 도 8에 도시한 바와 같이 웨이퍼 기판의 반면 중앙부에서 낮고, 외주부에서 두껍게 된다고 하는 과제가 있었다. 또한, 저항률은 웨이퍼 표면 및 이측면으로부터의 오토 도핑(auto-doping)의 영향을 받아 그 값이 변동하는데 특히 외주부에서는 그 영향이 커지고, 도 7에 도시한 바와 같이 반면 중앙부에서 높고, 외주부에서 낮게 된다고 하는 문제가 발생하며, 도 9에 도시한 바와 같이 반면 중앙부에서 낮아지고, 외주부에서 높아진다고 하는 문제가 있었다.

##### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기 기술적 과제를 해결하기 위해서 이루어진 것으로서 박막 기상 성장 장치에 있어서, 반응로의 상부로부터 원료 가스 등의 성막 반응 가스를 공급하고, 아래로 흘러 실리콘 웨이퍼 등의 웨이퍼 기판 상에 박막을 성장시킴에 있어서, 막의 전면에 걸쳐 막 두께가 균일하고, 또 저항률 등의 전기 특성이 균일한 CVD막 및 에피택셜막 등을 형성할 수 있는 박막 기상 성장 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

또한, 본 발명은 상기 박막 기상 성장 방법의 실시예에 적합한 박막 기상 성장 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

##### 발명의 구성 및 작용

본 발명에 따른 박막 기상 성장 방법은 성막 반응 가스를 박막 기상 성장 장치의 원통형 반응로의 꼭대기

부에 설치된 복수의 가스 공급구로부터 정류판을 통해 아래로 흘러고 아래쪽에 배치된 회전식 서셉터에 적재한 웨이퍼 기판에 상기 성막 반응 가스를 접촉시켜 기판면 상에 박막을 기상 성장시키는 방법에 있어서, 상기 반응로의 꼭대기부 내벽과 정류판에 의해서 형성되는 공간은 상기 웨이퍼 기판의 중심을 대략 중심점으로 한 동심원형으로 복수의 공간으로 구획되고, 상기 각 구획에 대응하여 가스 공급구가 배치되고, 상기 구획 중 어느 것에 공급되는 성막 반응 가스의 유량 및 농도 중의 적어도 한쪽을 조절 변화시켜 공급하는 것을 특징으로 한다.

여기서, 상기 성막 반응 가스의 유량이 중앙부측의 구획으로부터 외주부측의 구획에 이르게 따라서 순차 증가하여 공급되거나, 혹은 순차 감소시켜 공급되어 웨이퍼 기판 전역의 막 형성 속도를 대략 동일하게 하는 것이 바람직하다.

또한, 상기 성막 반응 가스 중의 원료 가스가 중앙부측의 구획으로부터 외주부측의 구획에 이르게 따라서 순차 저농도인 것이 공급되거나, 혹은 순차 고농도인 것이 공급되어 웨이퍼 기판 전역의 저항율을 대략 동일하게 하는 것이 바람직하다.

또한, 상기 성막 반응 가스 중의 도우펀트는 중앙부측의 구획으로부터 외주부측의 구획에 이르게 따라서 순차 저농도인 것이 공급되거나, 혹은 순차 고농도인 것이 공급되어 웨이퍼 기판 전역의 저항율을 대략 동일하게 하는 것이 바람직하다.

또한, 상기 성막 반응 가스의 유량 조정, 성막 반응 가스 중의 상기 원료 가스 농도 조정 및 도우펀트 농도 조정 중의 어느 2개 또는 3개를 조합시켜, 웨이퍼 기판 전역의 막 형성 속도, 저항율을 대략 동일하게 하는 것이 바람직하다.

전술한 바와 같이 본 발명의 박막 기상 성장 방법은 박막 기상 성장 장치에 의해 웨이퍼 기판에 박막을 기상 성장시킬 때에, 상기 반응로의 꼭대기부 내벽과 정류판에 의해서 형성되는 공간은 상기 웨이퍼 기판의 중심을 대략 중심점으로 한 동심원형으로 복수 공간으로 구획된 장치를 이용하고, 각 구획마다 가스 유량 및 /또는 농도를 변경시켜 공급하여 웨이퍼 기판 외주부의 막 형성 속도와 중앙부의 막 형성 속도를 대략 동일하게 함으로써, 기판면에 형성하는 박막의 두께와 저항율의 면내 균일화를 달성하는 점에 특징이 있다.

또한, 본 발명의 박막 기상 성장 방법에서는 성막 반응 가스의 유량을 중앙부측 구획으로부터 외주부측 구획으로 순차 증가하거나, 혹은 순차 감소시켜 공급하거나, 혹은 이 가스 중의 원료 가스 농도를 중앙부측에서 외주부측으로 순차 증가시키거나, 혹은 순차 저감하여 공급하고, 혹은 가스 중의 도우펀트 농도를 순차 저감하거나, 혹은 순차 증가시켜 공급하며, 혹은 전술한 단계들 중의 2개 또는 3개를 조합시킴으로써, 웨이퍼 기판의 외주부의 막 형성 속도, 저항율과 중앙부의 막 형성 속도 및 저항율을 대략 동일하게 하는 것이다.

또한, 본 발명에 따른 박막 기상 성장 장치는 원동형 반응로의 꼭대기부에 복수의 가스 공급구, 바닥부에 배기구, 내부에 웨이퍼 기판을 적재하는 회전 가능한 서셉터 및 내부 상부에 가스 정류판을 갖추며, 성막 반응 가스를 상기 가스 공급구로부터 정류판을 통해 로 내부로 흘러 내리게 하여 아래쪽의 서셉터 상의 웨이퍼 기판에 박막을 기상 성장시키는 기상 박막 성장 장치에 있어서, 상기 반응로의 꼭대기부 내벽과 정류판에 의해서 형성되는 공간은 격벽에 의해 상기 웨이퍼 기판의 중심을 대략 중심점으로 하는 동심원형으로 복수 공간으로 구획되고, 상기 각 구획에 대응하여 가스 공급구가 배치되는 동시에 상기 성막 반응 가스의 유량 및 농도 중의 적어도 한쪽을 조절 변경하여 가스 공급구에 성막 반응 가스를 공급하는 수단이 설치되어 있는 것을 특징으로 한다.

여기서, 상기 격벽이 정류판의 아래쪽으로 연장 설치되어 있는 것이 바람직하다.

상기한 바와 같이 본 발명의 박막 기상 성장 장치는 상기 반응로의 꼭대기부 내벽과 정류판에 의해서 형성되는 공간이 상기 웨이퍼 기판의 중심을 대략 중심점으로 한 동심원형으로 복수 공간으로 구획된 장치이며, 각 구획마다 가스 유량 및 /또는 농도를 변경하여 공급할 수 있기 때문에, 웨이퍼 기판 외주부의 막 형성 속도, 저항율과 중앙부의 막 형성 속도 및 저항율을 대략 동일하게 할 수 있어 기판면에 형성하는 박막의 두께와 저항율의 면내의 균일화를 달성할 수 있다.

또한, 상기 격벽이 정류판의 하측에 연장 설치되어 다른 구획으로부터의 성막 반응 가스가 정류판으로부터 흘러내린 후에도 곧바로 혼합되지 않기 때문에, 상기 막 두께 및 면내 저항율의 균일화에 우수한 효과를 보일 뿐만 아니라 로 내부로 흘러 내리는 가스 흐름의 난류가 억제된다. 그 결과, 파티클(particle) 발생을 억제시킬 수 있어서 특히 적합하다.

이하에 본 발명을 도면을 참조하여 보다 구체적으로 설명한다.

도 1은 본 발명의 박막 기상 성장 방법에서 사용하는 박막 기상 성장 장치의 일 실시예를 도시하는 개략 단면도이고, 도면 중의 화살표는 로 내의 가스 기류의 유하(流下) 상태를 모식적으로 나타내고 있다. 또한, 도 2는 본 발명 장치의 다른 실시예를 도시하는 개략 단면도로서, 로 꼭대기부 내벽과 정류판과의 사이에 설치되는 격벽이 정류판의 아래쪽으로 연장 설치된 형태의 개략 단면도이다. 또한, 도 1과 마찬가지로 도 2에서의 화살표는 로 내의 가스 기류가 유하(流下)하는 상태를 모식적으로 나타내고 있다.

본 발명에 따른 웨이퍼형 박막 기상 성장 장치는 도 1 및 도 2에 도시한 바와 같이, 거의 원통형상의 롱상 석영제의 반응로(B)(챔버)와, 상기 반응로(B)의 상부에 설치된 로 내에 성막 반응 가스를 공급하는 가스 공급구(1, 2)와, 상기 가스 공급구(1, 2)의 아래쪽에 설치된 가스의 흐름을 가지런하게 하는 복수의 관통 구멍이 형성된 정류판(3)과, 상기 정류판(3)의 아래쪽에 설치된 웨이퍼 기판(A)을 적재하는 시트(41)를 상면에 구비한 서셉터(4)와, 상기 서셉터(4)를 회전시키기 위한 회전축(5)과, 상기 시트(41)에 적재된 웨이퍼 기판(A)을 가열하는 가열용 히터(도시하지 않음)와, 상기 회전축(5)을 회전 구동시키는 모터(도시하지 않음)와, 내부 챔버 내의 미반응 가스를 포함하는 배기 가스의 배기구(도시하지 않음)를 구비하고 있다.

본 발명에 따른 장치의 특징은 반응로(B)의 꼭대기부 내벽(6)과 정류판(3)과의 공간이 격벽(7)에 의해 웨

이때 기판(A)의 중심을 중심으로 하여 동심원형으로 복수로 구획되고, 각 구획의 각각에 가스 공급구(1, 2)가 배치되고, 또한 가스 공급구에 공급되는 성막 반응 가스의 유량과 농도 중의 적어도 한쪽을 조정 변경하여 공급하는 수단 및 유량(농도) 조정 수단(8, 9)이 설치되어 있는 점에 있다. 또한, 도 1에 있어서, 가스 공급구(1, 2)에 유량(농도) 조정 수단(8, 9)이 설치되지만, 어느 한쪽이라도 좋다.

또한, 도 1에 있어서는 반응로(8)의 꼭대기부 내벽(6)과 정류판(3)과의 공간이 격벽(7)에 의해 웨이퍼 기판(A)의 중심을 중심으로 하여 동심원형으로 2개로 구획되는 경우를 나타냈지만, 특별히 이에 한정되는 것은 아니며, 3구획, 4구획으로 구분되어 있더라도 좋다.

상기 유량(농도) 조정 수단(8, 9)이 유량 조정 수단인 경우에는 일반적으로 이용되고 있는 유량 제어 밸브를 이용할 수 있다.

또한, 상기 유량(농도) 조정 수단(8, 9)이 농도 조정 수단인 경우에도 일반적으로 이용되고 있는 유량 제어 밸브를 조합하여 이용할 수 있다.

전술한 장치에 있어서, 가스 공급구(1)로부터 공급된 성막 반응 가스는 정류판(3)에 의해 정류되어 상측에서 웨이퍼 기판(A)의 중앙부를 향하여 흘러 내려 웨이퍼의 표면 상부에 도달하고, 이 웨이퍼 표면 상에서 그 바깥 방향으로 방향을 바꿔 흐르면서 반응하여 웨이퍼 기판(A)의 중앙부 면상에 박막을 형성시켜 간다.

한편, 가스 공급구(2)로부터 공급된 성막 가스는 마찬가지로 정류판(3)에 의해 정류되어 상측에서 웨이퍼 기판(A)의 외주부를 향하여 흘러 내려 웨이퍼의 표면 상부에 도달하고, 이 웨이퍼 표면 상에서 그 바깥 방향으로 방향을 바꿔 흐르면서 반응하여 웨이퍼 기판(A)의 외주부 면상에 박막을 형성시켜 간다.

이 때, 웨이퍼 기판(A)의 중앙부와 비교하여 막 형성 속도가 느리거나 혹은 빠른 외주부의 막 형성 속도가 중앙부와 대략 동일한 막 형성 속도가 되도록 각 구획마다의 성막 반응 가스 공급량 혹은 농도를 제어한다.

이 유량(농도) 조정 제어는 예컨대, 가스 유량을 중앙부측 구획으로부터 외주부측 구획에 이름에 따라서 순차 증가시키거나, 혹은 순차 감소시켜 공급함으로써, 또는 성막 반응 가스 중의  $\text{SiH}_4$  농도 등의 원료 가스 농도를 중앙부측에서 외주부측으로 순차 증가시키거나, 혹은 순차 저감시켜 공급함으로써, 또는 가스 중의 디보란 등의 도우펀트 농도를 순차 저감하거나, 혹은 순차 증가시켜 공급함으로써, 또는 전술한 단계 중의 어느 2개 또는 3개를 조합시킴으로써 달성된다.

또한, 도 2에 본 발명에 따른 장치의 다른 실시예를 도시한다. 이 장치는 격벽(7)이 정류판(3)의 아래쪽에 연장 설치된 것으로 다른 구획, 즉 공급구(1) 및 공급구(2)로부터 공급된 각 구획의 성막 반응 가스가 정류판으로부터 흘러내린 후에도 곧바로 혼합되지 않도록 한 것이다.

그 결과, 도 1에 도시한 장치와 같이 막 두께 및 면내 저항율의 균일화에 우수한 효과를 발휘할 뿐만 아니라, 로 내부로 흘러 내리는 가스 흐름의 난류가 억제되기 때문에, 결과적으로 파티클 발생을 저감할 수 있는 이점도 갖는다.

본 발명의 방법에 있어서, 박막 형성에 이용하는 기판으로서의 전형적으로는 실리콘 웨이퍼이지만, 탄화규소 기판 등의 실리콘 이외의 반도체 기판도 사용할 수 있다.

또한, 상기 반도체 기판 상에 형성되는 박막은 실리콘막을 대상으로 하지만, 아 실리콘 박막은 단결정막, 다결정막 및 에피택셜 결정막 중의 어느 것이라도 지장없이 적용될 수 있다.

본 발명에서 상기 기상 성장에 이용하는 성막 반응 가스로서는 통상의 CVD 박막 성장법에 의한 실리콘 박막 형성에서 이용하는 성막용 가스가 특별히 한정되지 않고 사용할 수 있고, 이러한 성막 반응 가스로서, 예컨대 실리콘 성분을 포함하는 원료 가스, 도우펀트 및 캐리어 가스로 이루어지는 성막 반응 가스를 들 수 있다.

상기 원료 가스의 실리콘 성분으로서  $\text{SiH}_4$ ,  $\text{Si}_2\text{H}_6$ ,  $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$ ,  $\text{SiHCl}_3$ ,  $\text{SiCl}_4$  등을 예시할 수 있고, 도우펀트 가스로서는  $\text{B}_2\text{H}_6$  등의 붕소 화합물,  $\text{PH}_3$  등의 인 화합물 외에  $\text{AsH}_3$  등을 예시할 수 있다.

또한, 캐리어 가스로서는 일반적으로 수소 가스, 아르곤 가스 등이 사용된다.

이미 설명한 것과 같이 본 발명의 방법에 있어서는 이 성막 반응 가스의 공급량(유량) 및 농도를 구획마다 변동시켜 웨이퍼 기판의 중앙부와 외주부의 성막 속도를 조절한다.

상기 성막 속도 조절이 성막 반응 가스의 공급량 조절에 의해 행해지고, 예컨대 구분이 2구획인 경우, 중앙부 구획과 외주부 구획의 공급 유량비는 통상적으로 1:0.25 내지 1:4 정도의 범위로 설정된다. 또한 3구획인 경우에는 중앙부 구획과 중간 구획과 외주부 구획의 공급 유량비는 통상적으로 1:0.5:0.25 내지 1:2:4 정도의 범위로 설정된다.

이와 같이, 상기 성막 반응 가스의 유량이 중앙부측의 구획으로부터 외주부측의 구획에 이름에 따라서 순차 증가하거나 혹은 순차 감소시켜 공급하여 웨이퍼 기판 전역의 막 형성 속도를 대략 동일하게 한다.

또한, 상기 성막 속도 조절이  $\text{SiH}_4$  등의 원료 가스의 농도 조절에 의해 행해지는 경우는 2구획 구획의 경우, 중앙부 구획과 외주부 구획의 농도비가 1:0.25 내지 1:4의 정도의 범위로 설정된다(단 유량 동일). 또 3구획의 경우에는 중앙부 구획과 중간 구획과 외주부 구획의 농도비는 통상적으로 1:0.5:0.25 내지 1:2:4 정도의 범위로 설정된다.

이와 같이, 상기 성막 반응 가스 중의 원료 가스가 중앙부측의 구획으로부터 외주부측의 구획에 이름에 따라서 순차 고농도 혹은 순차 저농도인 것이 공급되어 웨이퍼 기판 전역의 막 형성 속도를 대략 동일하게 한다.

마찬가지로, 저항을 조절이 도우펀트의 농도 조절에 의해 행해지는 경우는 2구획으로 도우펀트가 디보란인 경우, 중앙부 구획과 외주부 구획의 농도비 1:4 내지 1:0.25의 정도의 범위로 설정된다(단 유량 동일). 또

한 3구획인 경우에는 중앙부 구획과 중간 구획과 외주부 구획의 농도비는 통상적으로 1:2:4 내지 1:0.5:0.25 정도의 범위로 설정된다.

이와 같이, 상기 성막 반응 가스 중의 도우펀트는 중앙부측의 구획으로부터 외주부측의 구획에 이듬에 따라서 순차 저농도인 것, 혹은 순차 고농도인 것이 공급되어 웨이퍼 기판 전역의 저항율을 대략 동일하게 한다.

또한, 상기 성막 반응 가스의 유량 조정, 성막 반응 가스 중의 상기 원료 가스 농도 조정, 도우펀트 농도 조정 중 어느 2개 또는 3개를 조합시켜 웨이퍼 기판 전역의 막 형성 속도 및 저항율을 대략 동일하게 하여도 좋다. 또한, 구획의 수는 상기한 바와 같은 2구획 또는 3구획에 한정되는 것이 아니라, 적절하게 그 수를 선택할 수 있다.

또한, 상기 격벽이 동심원의 중심점을 고정하여 반경 방향으로 가변적으로 신축 설정할 수 있도록 구성된 장치는 피처리 웨이퍼 기판의 크기 및 처리 상황 등에 따라서 적절하게 구획 영역의 면적비를 변경할 수 있기 때문에 적합하다.

또한, 격벽이 다른 격벽을 준비하여 필요에 따라서 소정의 직경을 갖는 격벽을 이용하도록 하더라도 좋다.

실시에

[실시에 1]

도 1에 도시한 박막 기상 성장 장치(중앙부, 외주부의 2구획 및 반응로 꼭대기부 내벽·정류판 사이에 동심원 형상 격벽)을 이용하고, 가스 공급구(1)(중앙부 구획)로부터 성막 반응 가스(원료 가스:  $\text{SiH}_4$  0.75 g/min, 캐리어 가스:  $\text{H}_2$  30 리터/min, 도우펀트:  $\text{B}_2\text{H}_6$  0.4 ppb)를 공급받고, 또 가스 공급구(2)(외주부 구획)로부터 성막 반응 가스(원료 가스:  $\text{SiH}_4$  0.75 g/min, 캐리어 가스:  $\text{H}_2$  30 리터/min, 도우펀트:  $\text{B}_2\text{H}_6$  0.1 ppb)를 각각 공급받아 기상 성장 온도 1000°C, 기상 성장 압력 15 torr 및 홀더 회전수 1200 rpm의 조작 조건하에서 실리콘 웨이퍼 기판 상에 박막을 성장시켰다.

얻어진 박막의 막 두께의 변동 분포와 저항율 분포를 각각 평가하여 결과를 표 1에 나타냈다.

또한, 실리콘 웨이퍼로서 붕소 헤비 도핑(저항율:  $\sim 10 \text{ m}\Omega \cdot \text{cm}$ ), (100) 결정을 이용했다. 상기 성막 시험에 있어서의 박막의 막 두께 및 저항율의 설정 목표치는 각각  $3.0 \mu\text{m}$  및  $3.0 \Omega \cdot \text{cm}$  였다.

또한, 막 두께와 저항율의 균일성(변동 분포) 평가치는 다음 식에 의해 산출했다.

변동율=(최대치-최소치)/(최대치+최소치)

[실시에 2]

실시에 1에 있어서, 가스 공급구(1) 및 가스 공급구(2)로부터 공급하는 각 성막 반응 가스의 유량 및 조성을 각각 표 1에 기재한 값으로 변경한 것 이외에는 실시에 1과 같은 식으로 박막을 성막하여 얻어진 박막을 실시에 1과 같은 식으로 평가했다.

결과를 표 1에 나타낸다.

[실시에 3]

도 2에 도시한 박막 기상 성장 장치(중앙부, 외주부의 2구획 및 동심원 형상 격벽이 반응로 꼭대기부 내벽으로부터 정류판을 넘어서 아래쪽으로 20 cm 돌출)를 이용한 것 이외에는 실시에 1과 같은 식으로 박막을 성막하여 얻어진 박막을 실시에 1과 같은 식으로 평가했다.

결과를 표 1에 나타낸다.

[실시에 4]

실시에 3에 있어서, 가스 공급구(1) 및 가스 공급구(2)로부터 공급하는 각 성막 반응 가스의 유량 및 조성을 각각 표 1에 기재한 값으로 변경한 것 이외에는 실시에 3과 같은 식으로 박막을 성막하여 얻어진 박막을 실시에 3과 같은 식으로 평가했다.

결과를 표 1에 나타낸다.

[비교예 1 및 2]

도 3에 도시한 종래 형태의 박막 성장 장치를 이용하여 그 공급구로부터 각각 표 1의 비교예 1 및 비교예 2의 란에 기재된 유량 및 조성의 성막 반응 가스를 공급한 것 이외에는 실시에 1과 같은 조건으로 박막 성장 반응을 실시했다.

얻어진 박막의 평가 결과를 표 1에 나타낸다.

상기 실시에 및 비교예에서 얻어진 적층 박막 중의 비교예 1의 적층 박막은 실리콘 웨이퍼 기판의 중앙부가 주변부보다 두꺼운 중간 볼록 분포가 되고(도 6 참조), 또한 비교예 2의 적층 박막은 실리콘 웨이퍼 기판의 중앙부가 주변부보다 얇은 중간 오목 분포가 된 데에 반해(도 8 참조) 실시에 1 내지 4의 적층 박막은 모두 약간 외주부가 두껍지만 거의 편평한 막 두께 분포인 것을 얻을 수 있었다(도 4 참조).

또한, 변동은 비교예에서는 5.4 내지 8.7%였는데 대하여 실시에에서는 0.8 내지 2.1%로 비교예 제품에 비해서 변동이 매우 작아졌다.

또한, 박막의 저항율 분포에서는 비교예 1의 박막은 모두 실리콘 웨이퍼 기판의 중앙부가 주변부보다도 높은 볼록 분포이며(도 7 참조), 비교예 2의 박막은 실리콘 웨이퍼 기판의 중앙부가 주변부보다 낮은 오목 분포인(도 9 참조) 데에 대하여 실시에 1 내지 4에서는 모두 약간 외주부가 적지만 거의 편평한 저항율 분

포를 얻을 수 있었다(도 5 참조).

또한, 변동은 비교예 제품에서는 8.5 내지 12.1%이었던 데에 대하여 실시예 제품에서는 1.5 내지 3.1%으로 비교예 품에 비하여 변동이 매우 작았다.

[표 1]

	공급구1			공급구2			막 두께 분포 의 변동율(%)	저항 분포 의 변동율(%)
	캐리어/원료/도펀트			캐리어/원료/도펀트				
	l/min	g/min	ppb	l/min	g/min	ppb		
실시예1	30	0.75	0.4	30	0.75	0.1	2.1	3.1
실시예2	13	0.3	0.2	27	0.44	0.8	1.4	1.5
실시예3	30	0.75	0.4	30	0.75	0.1	1.5	1.9
실시예4	20	0.4	0.2	20	0.75	0.05	0.8	1.7
비교예1	60	1.5	0.4	-	-	-	5.4	8.5
비교예2	40	1.1	0.3	-	-	-	8.7	12.1

#### 발명의 효과

본 발명에 의해 실리콘 웨이퍼 상에 성장시키는 박막의 막두께 및 저항률의 제어가 가능하게 되고, 그 결과, 박막의 막 두께 및 저항률의 면내 분포의 균일성을 향상시킬 수 있다.

#### (57) 청구의 범위

##### 청구항 1

성막 반응 가스를 박막 기상 성장 장치의 원통형 반응로의 꼭대기부에 설치된 복수의 가스 공급구로부터 정류판을 통해 아래로 흘리고, 아래쪽에 배치된 회전식 서셉터에 적재하는 웨이퍼 기판에 상기 성막 반응 가스를 접촉시켜 기판면 상에 박막을 기상 성장시키는 방법에 있어서,

상기 반응로의 꼭대기부 내벽과 정류판에 의해서 형성되는 공간은 상기 웨이퍼 기판의 중심을 대략 중심점으로 한 동심원형으로 복수 공간으로 구획되고,

상기 각 구획에 대응하여 가스 공급구가 배치되고,

상기 구획 중의 어느 것에 공급되는 성막 반응 가스의 유량 및 농도 중의 적어도 한쪽을 조절 변화시켜 공급하는 것을 특징으로 하는 박막 기상 성장 방법.

##### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 성막 반응 가스의 유량이 중앙부측의 구획으로부터 외주부측의 구획에 이룸에 따라서 순차 증가하거나 혹은 감소하여 공급되어 웨이퍼 기판 전역의 막 형성 속도를 대략 동일하게 하는 것을 특징으로 하는 박막 기상 성장 방법.

##### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 성막 반응 가스 중의 원료 가스는 중앙부측의 구획으로부터 외주부측의 구획에 이룸에 따라서 순차적으로 고농도 혹은 저농도인 것이 공급되어 웨이퍼 기판 전역의 저항률을 대략 동일하게 하는 것을 특징으로 하는 박막 기상 성장 방법.

##### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 성막 반응 가스 중의 도우펀트는 중앙부측의 구획으로부터 외주부측의 구획에 이룸에 따라서 순차적으로 저농도 혹은 고농도인 것이 공급되어 웨이퍼 기판 전역의 저항률을 대략 동일하게 하는 것을 특징으로 하는 박막 기상 성장 방법.

##### 청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 성막 반응 가스의 유량 조절, 성막 반응 가스 중의 상기 원료 가스 농도 조절 및 도우펀트 농도 조절 중의 어느 2개 또는 3개를 조합시켜 웨이퍼 기판 전역의 막 형성 속도 및 저항률을 대략 동일하게 하는 것을 특징으로 하는 박막 기상 성장 방법.

##### 청구항 6

원통형 반응로의 꼭대기부에 복수의 가스 공급구, 바닥부에 배기구, 내부에 웨이퍼 기판을 적재하는 회전 가능한 서셉터 및 내부 상부에 가스 정류판을 갖추어 성막 반응 가스를 상기 가스 공급구로부터 정류판을 통해 로 내부로 흘러내리게 하여 아래쪽의 서셉터 상의 웨이퍼 기판에 박막을 기상 성장시키는 기상 박막 성장 장치에 있어서,

상기 반응로의 꼭대기부 내벽과 정류판에 의해서 형성되는 공간은 격벽에 의해 상기 웨이퍼 기판의 중심을 대략 중심점으로 하는 동심원형으로 복수 공간으로 구획되고,

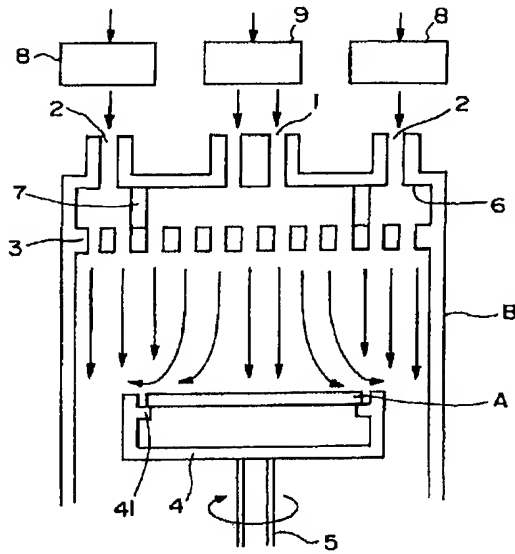
상기 각 구획에 대응하여 가스 공급구가 배치되는 동시에, 상기 성막 반응 가스의 유량 및 농도 중의 적어도 한쪽을 조정 변경하여 가스 공급구에 성막 반응 가스를 공급하는 수단이 설치되는 것을 특징으로 하는 박막 기상 성장 장치.

청구항 7

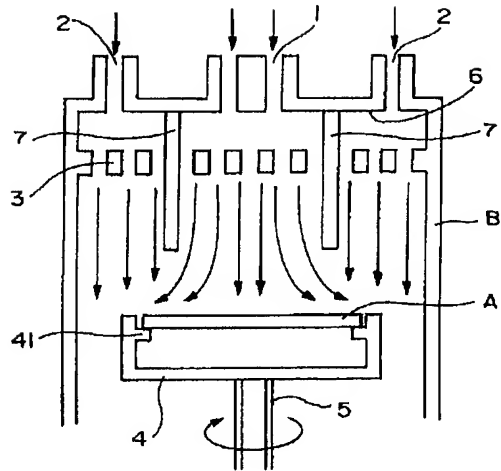
제6항에 있어서, 상기 격벽이 정류판의 아래쪽으로 연장 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 박막 기상 성장 장치.

도면

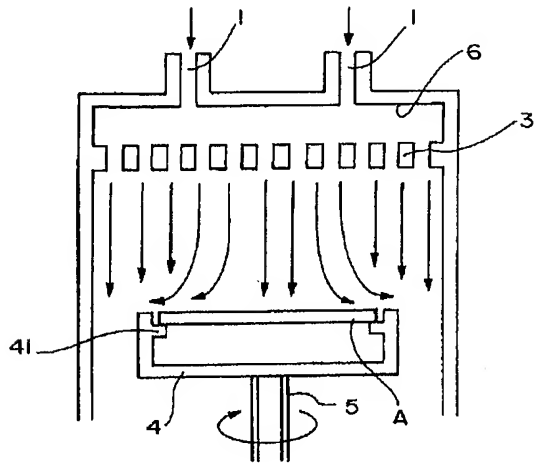
도면1



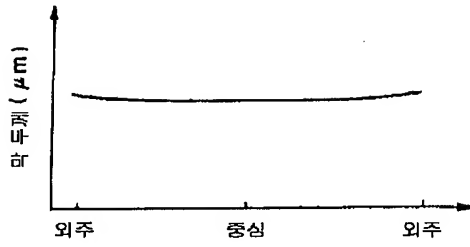
도면2



도면3



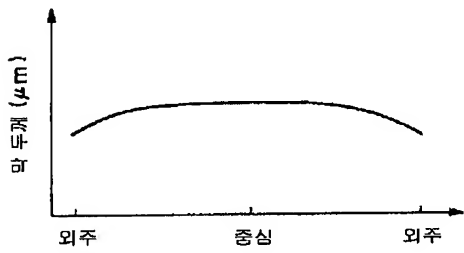
도면4



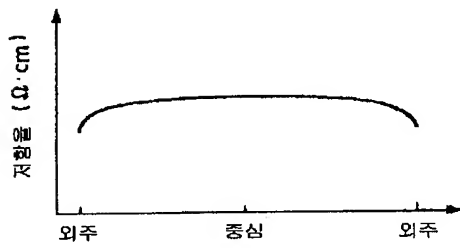
도면5



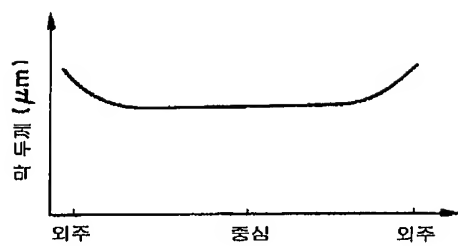
도면6



도면7



도면8



도면9

